Journal of Horticultural Science
https://jhs.um.ac.ir

Research Article
Vol. 37, No. 2, Summer 2023, p. 391-407

Eco-physiological, Biochemical and Herbicidal Characteristics of *Lavandula stricta*, *Cassia obovata*, *Cocculus pendulus* and *Solanum xanthocarpum*

H. Gholami[1], M.J. Saharkhiz[2*], M. Shirdel[3], K. Sartavi[4], H. Mazareie[5]

Received: 10-04-2022 Revised: 09-11-2022 Accepted: 01-12-2022 Available Online: 06-12-2022	**How to cite this article:** Gholami, H., Saharkhiz, M.J., Shirdel, M., Sartavi, K., & Mazareie, H. (2023). Eco-physiological, biochemical and herbicidal characteristics of *Lavandula stricta*, *Cassia obovata*, *Cocculus pendulus* and *Solanum xanthocarpum*. *Journal of Horticultural Science*, *37*(2), 391-407. (In Persian with English abstract). http://doi.org/10.22067/jhs.2022.76154.1159

Introduction

Lavandula stricta, *Cassia obovata*, *Cocculus pendulus*, and *Solanum xanthocarpum* are among the species that can be grown in Bushehr province, and so far, there is no report describing the ecophysiological, herbicidal and biochemical characteristics of these species in Iran. In recent decades, many chemical herbicides have been used to control weeds in agricultural ecosystems. Despite the many benefits of these herbicides, their improper use has caused devastating effects on the environment and agricultural production and ultimately has harmed human health. At present, the approach of developed countries is to use non-chemical methods and natural materials (biocides) to control weeds. Bushehr province with an area of about 252,653 Km^2 in southern Iran and the Persian Gulf and at an altitude of 0 to195 meters above sea level. The average rainfall in Bushehr province is 250 mm. Bushehr province has a great variety in terms of having medicinal plants that allopathic substances and secondary metabolites of these plants have received less attention. Therefore, the identification of secondary metabolites and plants with allopathic properties is very important for the production of biological herbicides.

Materials and Methods

This study was conducted to evaluate the eco-physiological, biochemical and herbicidal characteristics of *Lavandula stricta*, *Cassia obovata*, *Cocculus pendulus* and *Solanum xanthocarpum*. The plants were collected in April and May 2019. The location was situated in Kangan and Dashti, Bushehr Province, Iran. The ecological characteristics of the four areas such as latitude and longitude (UTM) and altitude were also recorded. Also, in order to determine the physicochemical properties of the soil in the collection areas of the studied plants, samples were taken from 15 different points of plant growth, from a depth of 0-30 cm and their properties were reported. In order to investigate the phytotoxic activity of the studied plants on germination and growth characteristics of *Malva sylvestris* and *Chenopodium album* in laboratory conditions, the seeds were first disinfected in 5% sodium hypochlorite for 5 minutes. Then the seeds were washed for 15 minutes and then dried at room temperature. In this study, Solanum xanthocarpum juice and alcoholic extracts of Lavandula stricta, *Cassia obovata* and *Cocculus pendulus* were used to investigate the phytotoxic properties and biochemical traits. From the extracts, concentrations of 0 (distilled water), 200, 400, 600, 800 and 1000 $\mu l.L^{-1}$ were prepared and added to Petri dishes containing 25 seeds. In order to germinate the seeds, Petri dishes containing the extracts related to the extract were placed in suitable light conditions at a temperature of 25°C. Two weeks after treatment, germination percentage (%), germination rate index (number of day), radicle and plumule length (cm) and allopathic index were measured. Determination of free radical scavenging was performed by using the DPPH test. The samples' absorptions were read at a wavelength of 517 nm with Epoch Microplate

1, 2 and 3- Former M.Sc. Student, Professor and Ph.D. Student, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran, respectively.
(*- Corresponding Authors Email: saharkhiz@shirazu.ac.ir)
4 and 5- Research Experts, Forests and Rangelands Department, Bushehr Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Bushehr, Iran
DOI: 10.22067/jhs.2022.76154.1159

Spectrophotometer, BioTek Instruments, Inc., USA. Measuring the total phenols was performed according to Folin's reagent method and the use of gallic acid as standard by using a spectrophotometer at the wavelength of 765 nm. Total flavonoid content was measured using a spectrophotometer at a wavelength of 510 nm through a standard curve of quercetin from Sigma-Aldrich. Flavones and flavonols were measured using 2% aluminum chloride and methanol at 425 nm. To isolate and measure the amount of polyphenols, an HPLC Agilent HPLC 1200 series model was used. Data were analyzed by using Duncan's multiple range test ($P < 0.05$) by SAS, version 9.4 for Windows.

Results and Discussion

Among the studied plants, the highest and lowest amount of total phenol was found in *Cocculus pendulus* and *Cassia obovata*, respectively. The results showed, the highest amount of the total flavonoid in the extract, was achieved in *Lavandula stricta* plants collected in Kangan. The lowest (0.37 mg QUE. 100 g^{-1} DW) and highest (2.79 mg QUE. 100 g^{-1} DW) amount of flavon and flavonol was found in *Cassia obovata* and *Cocculus pendulus*, respectively. Also, antioxidant activity (I%) for *Cocculus pendulus*, *Lavandula stricta* and *Solanum xanthocarpum* were 77, 57 and 35%, respectively. Although, the lowest amount of antioxidant activity was found in *Cassia obovata* plants collected in Dashti. The results showed, the *Lavandula stricta* plants collected in Kangan had p-coumaric acid (PC) and ellagic acid (EA) by 0.565 and 1.28 mg g^{-1} DW. Among the phenolic acids evaluated, only catechin (0.262 mg g^{-1} DW) and p-coumaric acid (0.163 mg g^{-1} DW) were observed in the *Cocculus pendulus* plants collected in Kangan. The *Cassia obovata* plants collected in Dashti, had ellagic acid by 0.915 mg g^{-1} DW. The results of this study showed that the phenolic compounds identified in *Solanum xanthocarpum* juice were caffeic acid, chlorogenic acid, pi-coumaric acid, vanillin and hesperidin. Chlorogenic acid was the predominant phenolic compound by 457 mg g^{-1} DW. Laboratory results showed *Cocculus pendulus* and *Solanum xanthocarpum* extracts had the most inhibition effect on the germination and growth of *Malva sylvestris* at the concentration of 1000 µl L^{-1}.

Conclusion

In this study, as the concentration of the extracts increased, the germination percentage, germination rate index (GRI), radicle and plumule lengths of *Chenopodium album* decreased significantly. Moreover, *Solanum xanthocarpum* juice showed the highest inhibition effect on *Chenopodium album* growth and germination at 1000 µl L^{-1}. Due to the high potential allelopathy of the *Cocculus pendulus* and *Solanum xanthocarpum*, they can be used for *Malva sylvestris* and *Chenopodium album* control. Also, *Cocculus pendulus* extract can be used as a natural antioxidant source in related industries.

Keywords: Antioxidants, Chlorogenic acid, Ellagic acid, Flavonoids, Herbicidal

نشریه علوم باغبانی
https://jhs.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۲، ص.۴۰۷-۳۹۱

بررسی ویژگی‌های اکوفیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و علف‌کشی اسطوخودوس افراشته، سنا بومی، زامور و بادمجان وحشی

حسین غلامی[1]- محمدجمال سحرخیز[2*]- محسن شیردل[3]- کهزاد سرطاوی[4]- حمید مزارعی[5]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۲۱
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۸/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۱۰

چکیده

اسطوخودوس افراشته (*Lavandula stricta*)، سنا بومی (*Cassia obovata*)، زامور (*Cocculus pendulus*) و بادمجان وحشی (*Solanum xanthocarpum*) از گونه‌های قابل رویش در استان بوشهر می‌باشند و تاکنون گزارشی مبنی بر توصیف ویژگی‌های اکوفیزیولوژیک، علف‌کشی و بیوشیمیایی این گونه‌ها در ایران وجود ندارد. برای این منظور، گیاهان مورد نظر در بهار سال ۱۳۹۸ در استان بوشهر از طبیعت جمع‌آوری و در شرایط سایه و جریان هوای آزاد به‌منظور عصاره‌گیری و اندازه‌گیری صفات مورد نظر، خشک شدند. در بین گیاهان مورد مطالعه بیشترین و کمترین میزان فنول کل به‌ترتیب در گیاهان زامور جمع‌آوری شده در کیلومتر ۳ جاده گله‌دار و گیاه سنا بومی جمع‌آوری شده در منطقه کاکی مشاهده گردید. گیاهان اسطوخودوس افراشته برداشت شده از منطقه گلوگاه، دارای بالاترین میزان فلاونوئید کل بود. کمترین و بیشترین میزان فلاوون و فلاونول مربوط به گیاهان سنا بومی و زامور بود. در این مطالعه، بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی به‌ترتیب در گیاهان زامور، اسطوخودوس افراشته و بادمجان وحشی گزارش گردید. گیاهان سنا بومی جمع‌آوری شده از منطقه کاکی دارای کمترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی بود. گیاهان اسطوخودوس افراشته برداشت شده از منطقه گلوگاه، دارای ترکیبات فنولی پی‌کوماریک اسید و الاژیک اسید می‌باشد. در بین اسیدهای فنولی مورد ارزیابی، اسیدهای فنولی کاتچین و پی‌کوماریک اسید در گیاهان زامور جمع‌آوری شده در کیلومتر ۳ جاده گله‌دار مشاهده شد. گیاه سنا بومی جمع‌آوری شده از منطقه کاکی و اسطوخودوس افراشته دارای الاژیک اسید در پیکره رویشی بودند. نتایج این بررسی نشان داد اسیدهای فنولی شناسایی شده در بادمجان وحشی جمع آوری شده از بندر سیراف، کافئیک اسید، کلروژنیک اسید، پی‌کوماریک اسید، وانیلین و هسپریدین بود. در بین اسیدهای فنولی شناسایی شده، کلروژنیک اسید ترکیب غالب در بادمجان وحشی بود. نتایج این پژوهش نشان داد بیشترین اثر بازدارندگی روی جوانه‌زنی بذور پنیرک مربوط به غلظت ۱۰۰۰ میکرولیتر در لیتر عصاره‌های زامور و بادمجان وحشی بود، به نحوی که به طور کامل جوانه‌زنی را متوقف کردند. به طور کلی با افزایش غلظت عصاره از صفر تا ۱۰۰۰ میکرولیتر در لیتر، شاخص آللوپاتی در مورد همه گیاهان منفی‌تر شد. افزون بر این، با به کارگیری عصاره‌های الکلی گیاهان مورد مطالعه و افزایش غلظت از صفر تا ۱۰۰۰ میکرولیتر در لیتر، میانگین درصد، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه سلمه‌تره به طور معنی‌داری کاهش یافت. کمترین شاخص آللوپاتی در غلظت ۱۰۰۰ میکرولیتر در لیتر عصاره بادمجان وحشی مشاهده شد که بیشترین اثر بازدارندگی (شاخص آللوپاتی ۰/۵۸-) را بر رشد و جوانه‌زنی بذور سلمه‌تره داشت. با توجه به پتانسیل بالای علف‌کشی عصاره‌های زامور و بادمجان وحشی، می‌توان از آن‌ها در راستای مدیریت علف‌های هرز پنیرک و سلمه‌تره استفاده کرد. همچنین می‌توان از عصاره گیاه زامور به عنوان یک منبع آنتی‌اکسیدان طبیعی در صنایع مرتبط استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌اکسیدان، الاژیک اسید، کلروژنیک اسید، فلاونوئید، علف‌کشی

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، استاد و دانشجوی دکتری گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز
(*- نویسنده مسئول: Email: saharkhiz@shirazu.ac.ir)
۴ و ۵- کارشناسان پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر
DOI: 10.22067/jhs.2022.76154.1159

مقدمه

اسطوخودوس افراشته با نـام علمـی .*Lavandula stricta* Del گیاهی بوته‌ای با قاعده چوبی از خانواده Lamiaceae، به ارتفاع ۴۵ تا ۲۰۰ سانتی‌متر می‌باشد (Jamzad, 2012). اسطوخودوس افراشـته در شیب شمال غرب در رویشگاه‌های کوهستانی در اقلیم گرم و خشـک بیابانی با بارندگی متوسط سالانه ۱۵۰ تا ۲۰۰ میلی‌متر و ارتفاع ۵۰ تـا ۳۰۰ متر از سطح دریا پراکنش دارد (Soltanipour, 2005). زامور بـا نـام علمـی *Cocculus pendulus* از خـانواده Menispermaceae گیاهی درختچه‌ای و دائمی است که در تمام طول سـال سـبز بـوده و منحصراً در مناطق صخره‌ای و کوهستان‌های خشـک و بیابـان‌هـای شرقی رویش دارد. در بلوچستان پودر اندام رویشی این گیـاه را در آب خیس کرده و از عصاره آن به‌منظـور درمـان اسـهال خـونی اسـتفاده می‌کننـد. ایـن گیـاه حـاوی مـواد مـؤثره مهمـی چـون آلکالوئیـدها، کربوهیدارت‌ها، گلیکوزیدها، فیتوسترول‌ها، چربی، ترکیبـات فنولیـک، تری‌ترپن‌ها، فلاونوئیدها و تانن‌هـا مـی‌باشـد. بـه‌دلیـل وجـود اثـرات ضدمیکروبی برخی ترکیبات این گیاه، کـاربرد آن مـی‌توانـد در تولیـد داروهای ضد میکروبی حائز اهمیت باشد (Raisi *et al.*, 2016). سـنا بومی با نام علمی *Cassia obovata* از تیره Fabaceae، گیاهی پایا، درختچه‌ای و یکی از گیاهان دارویی رشد یافته در شرایط رویشـگاهی جنوب ایران می‌باشد. در منابع جدید بـه ایـن گیـاه *Senna italica* Mill می‌گویند. متابولیت‌های ثانویه این گیاه شامل روغن می‌باشد. از مهمترین ترکیبات موجود در روغن این گیاه ۲ و۶–دی، سـک بوتیـل فنول، دی–ان اکتیل فتالات، می‌باشد. این گیاه می‌توانـد کاربردهـای گسترده‌ای در زمینه فارماکولوژیکی و دارویی داشته باشـد (Yagi *et al.*, 2013). بادمجان وحشی یـا شـربیان بـا نـام علمـی *Solanum xanthocarpum* از خانواده Solanaceae، گیاهی پایا در پایه چـوبی و درختچه‌هایی گزنده و تیغ‌دار به‌رنگ سبز متمایل به زرد با ارتفاع ۶۰ تا ۲۰۰ سانتی‌متر می‌باشـد. از بادمجـان وحشـی عـلاوه بـر مصـارف خوراکی که بیشتر به صورت ترشی به‌مصرف می‌رسد، بـه‌عنـوان ضـد انگل روده نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. مهمتـرین ترکیبـات ثانویـه این گیاه را آلکالوئیدها، استرول‌ها، سـاپونین‌هـا، فلاونوئیـدها و سـایر گلیکوزیدها و همچنین کربوهیدرات‌ها، اسیدهای چرب و آمینواسـیدها تشکیل می‌دهند (Singh and Singh, 2010).

کشور ایران با داشتن شرایط اقلیمی و تنوع گیاهی به‌مراتب بهتـر از اروپا، در حال حاضر تنها ۶۰ تا ۹۰ میلیـون دلار از تجـارت جهـانی گیاهان دارویی را به خود اختصـاص داده اسـت. خوشـبختانه بـا روی آوردن دنیا، به‌خصوص کشورهای پیشرفته به استفاده از فرآورده‌هـای گیاهی و مصرف رو افزون آن در جهان، چـه در صـنعت داروسـازی و چه در صنایع غذایی و آرایشـی بهداشـتی و بـا توجـه بـه تنـوع آب و هوایی کشور و امکان رویـش اکثـر گیاهـان در آن، فرصـتی طلایـی نصیب کشورمان گشته است تا از آن به بهترین شکل ممکن اسـتفاده نموده و حضور خود را در بازارهای جهانی بیش از پیش افزایش دهـد (Kashfi Bonab, 2009). استان بوشهر با مساحتی حـدود ۲۵۲۶۵۳ کیلومتر مربع در جنوب ایران و حاشیه خلیج فارس بین ۲۷ درجه و ۱۴ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۶ دقیقه تـا ۵۲ درجه و ۵۸ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار گرفته و در ارتفاع ۱۹۵–۰ متر از سطح دریا گسترش دارد. میانگین بارندگی در استان بوشـهر ۲۵۰ میلـی‌متـر اسـت (Sartavi and Gholamian, 2004).

در دهـه‌هـای اخیـر بـه منظـور مقابلـه بـا علـف‌هـای هـرز در اکوسیستم‌های کشاورزی از علف‌کش‌های شیمیایی به‌وفـور اسـتفاده می‌شـود. درواقـع امـروزه، بخـش قابـل‌تـوجهی از افـزایش عملکـرد محصولات زراعی و باغی، مرهون مصرف علـف‌کـش‌هـای شـیمیایی است. با وجود مزایای بسیار زیاد این علف‌کش‌ها، اسـتفاده نادرسـت و بی‌رویه از آن‌ها باعث ایجاد اثرات مخرب زیسـت‌محیطـی و تولیـدات کشاورزی و در نهایت آسیب زدن به سـلامت انسـان شـده اسـت. در حال حاضر رویکرد کشورهای پیشرفته به‌سمت استفاده از روش‌هـای غیرشیمیایی و مواد طبیعی (علف‌کش‌های زیسـتی) جهـت مبـارزه بـا علف‌های هرز است. علف‌کش‌های زیستی، نوعی علف‌کش است کـه با استفاده از مواد آللوپاتیک گیاهان و یا قارچ‌ها ساخته شده و معمـولاً بایستی خصوصیاتی همچون عمل سریع، مانـدگاری کـم در محـیط و صرفه اقتصادی داشته باشد (Vyvyan, 2002).

مواد آللوکمیکال[1] معمولاً با تأثیر بر جوانه‌زنی و جنبه‌های رشـد و نموی گیاهان سبب کاهش یا افزایش تنفس، اختلال در بـاز و بسـته شدن روزنه‌ها، بازدارندگی عمل برخـی آنـزیم‌هـا، اخـتلال در تقسـیم سلول و ساختار دیواره سلولی، کاهش نرخ فتوسنتز، کاهش نفوذپذیری و عملکرد غشاهای سلولی و انتقال فعال آنزیم‌های خـاص و تغییـر در تعامل تنظیم‌کننده‌های رشد می‌گردند (Duke, 2003). در حال حاضر به‌دلیل آثار زیان‌بار استفاده از علف‌کش‌های مصنوعی بر اکوسیستم‌ها و نیز پیدایش مقاومت در علف‌های هرز نسبت به این ترکیبات، تلاش های گسترده‌ای به‌منظور استفاده از خاصیت دگرآسـیبی اسـانس‌هـا و عصاره‌های گیاهان دارویی در برنامه‌های مدیریت علف‌هـای هـرز در جریان است. در پژوهش‌های پیشین نتایج موفقیـت‌آمیـزی مبنـی بـر خواص علـف‌کشـی[2] ریحـان (*Ocimum basilicum*) و مرزنجـوش (*Origanum vulgare*) بـر روی سـلمه‌تـره (*Chenopodium album*) و علف هرز *Echinochloa crus-gall* گزارش شده اسـت

1- Allelochemical
2- Herbicidal activity

(Dayan *et al.*, 2009). به‌کارگیری عصاره آبی شبدر برسیم (*Trifolium alexandrium*) تا حد زیادی درصد جوانه‌زنی و ویژگی‌های رشدی علف‌های هرز تاج‌خروس سفید، تاج خروس هیبرید، سلمه‌تره و تاج ریزی سیاه را کاهش می‌دهد؛ به‌طوری‌که کمترین اثر بازدارندگی در تاجریزی سیاه و بیشترین اثر بازدارندگی در تاج‌خروس هیبرید مشاهده گردید (Kazerooni Monfared *et al.*, 2013). عصاره اتانولی رازیانه (*Foeniculum vulgare*) سبب کاهش معنی‌دار رشد در جو وحشی، یولاف وحشی، چاودار و قاصدک شد. اثر بازدارندگی عصاره اتانولی رازیانه بر چاودار و قاصدک بسیار مشهودتر بود، به‌طوری‌که کاربرد غلظت‌های ۲/۵، ۵ و ۱۰ درصد باعث توقف جوانه‌زنی بذور در این گیاهان شد (Nourimand *et al.*, 2011). نتایج مشابهی از اثرات غلظت بالای پودر گیاه دارویی اسپند روی یولاف وحشی و پیچک وحشی (Sodaeizadeh *et al.*, 2010)، عصاره برگ شیرین‌بیان روی ویژگی‌های رشدی ذرت (Najafi *et al.*, 2013) و عصاره اندام هوایی آنغوزه روی بارهنگ (Zirak *et al.*, 2014) گزارش شده است.

خاصیت آللوپاتیک متابولیت‌های ثانویه گیاهی به‌منظور کنترل علف‌های هرز در پژوهش‌های متعددی گزارش شده است. مطالعات پژوهشگران نشان می‌دهد بیوسنتز ترکیبات آللوپاتیک در گیاه بسته به گونه، اندام گیاهی و فنولوژی رشد گیاه متفاوت است (Kobayashi, 2004; Achhireddy and Singh, 1984;Jadhav *et al.*, 1997). در پژوهشی خاصیت بازدارندگی ترکیب سیترال موجود در اسانس علف لیمو بر رشد علف‌های هرز مورد تأیید قرار گرفت (Dayan *et al.*, 2009). در پژوهشی اثرات بازدارندگی و سمیت مونوترپن ۱ و ۸ سینئول بر سرعت جوانه‌زنی و خصوصیات رشدی شاهی و تربچه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد این ترکیب نسبت به سایر ترکیبات مونوترپنی خاصیت علف‌کشی و آللوپاتیکی بالاتری دارد (Martino *et al.*, 2010). در پژوهشی دیگر اثر آللوپاتیک و سمیت بالای کارواکرول و تیمول بر ویژگی‌های رشدی علف‌های هرز گل گندم زرد (*Centaurea salsotitialis*)، گونه‌ای ترشک (*Rumex nepalensis*)، خردل وحشی (*Sinapis arvensis*)، شیرتیغک معمولی (*Sonchus oleraceus*)، ترب وحشی (*Raphanus raphanistrum*) و تاج‌خروس بررسی و مورد تأیید قرار گرفت. پتانسیل سمیت تیمول و کارواکرول خالص‌سازی شده بر جوانه‌زنی و ویژگی‌های رشدی سلمه‌تره و تاج‌خروس نشان داد که ترکیبات مذکور دارای اثرات سمیت بیشتری نسبت به ترکیب 2,4-D معمول مورد استفاده در کنترل علف‌های هرز مورد مطالعه بود (Kordali *et al.*, 2008). بسیاری دیگر از اسانس‌های گیاهی خاصیت علف‌کشی از خود نشان داده‌اند اما هنوز به صورت تجاری درنیامده و تحقیقات و مطالعات در این زمینه همچنان در حال بررسی است. با توجه به اینکه تاکنون گزارشی مبنی بر توصیف ویژگی‌های اکوفیزیولوژیک، علف‌کشی و بیوشیمیایی اسطوخودوس افراشته، زامور، سنا بومی و بادمجان وحشی در ایران وجود ندارد، این پژوهش برای این منظور انجام شد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری و خصوصیات اکوفیزیولوژیکی مناطق مورد مطالعه

گیاهان دارویی اسطوخودوس افراشته، سنا بومی، زامور و بادمجان وحشی در بهار سال ۱۳۹۸ از ۴ منطقه (جدول ۱) در استان بوشهر از طبیعت جمع‌آوری و در شرایط سایه و جریان هوای آزاد به‌منظور عصاره‌گیری و اندازه‌گیری صفات مورد نظر، خشک شدند. خصوصیات اکولوژیکی مناطق چهارگانه مثل طول و عرض جغرافیایی (UTM) و ارتفاع از سطح دریا نیز یادداشت برداری شد و در جدول ۱ گزارش شد. همچنین جهت تعیین خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مناطق جمع‌آوری گیاهان مورد مطالعه، از ۱۵ نقطه مختلف مکان رشدی گیاهان، از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری صورت گرفت و پس از خشک‌کردن در معرض هوا و عبور از الک دو میلی‌متری به آزمایشگاه منتقل و ویژگی‌های آن مورد ارزیابی قرار گرفت (جدول ۲).

تعیین پتانسیل علف‌کشی

به‌منظور بررسی فعالیت علف‌کشی گیاهان مورد مطالعه بر جوانه‌زنی و ویژگی‌های رشدی علف‌های هرز پنیرک (*Malva sylvestris*) و سلمه‌تره (*Chenopodium album*) در شرایط آزمایشگاه، ابتدا بذور مورد نظر به مدت ۵ دقیقه در هیپوکلرید سدیم ۵ درصد ضدعفونی شدند. سپس ۱۵ دقیقه عملیات شست‌وشوی بذرها و سپس خشک‌کردن آن‌ها در دمای اتاق انجام شد (Hejazi, 1999). در این پژوهش برای بررسی خصوصیات علف‌کشی و صفات بیوشیمیایی از آب میوه بادمجان وحشی و عصاره الکلی اسطوخودوس افراشته، سنا بومی و زامور استفاده شد. برای تهیه آب میوه، میوه‌ها برش داده شد و در پارچه ململ قرار داده شد و با دست آب‌میوه گرفته شد. به‌منظور تهیه عصاره الکلی از یک گرم اندام هوایی و ۵ میلی‌لیتر متانول ۷۰ درصد استفاده شد. محلول‌های به‌دست آمده به‌مدت ۴۸ ساعت با سرعت ۱۲۰ دور در دقیقه در شیکر قرار داده شدند. سپس به‌مدت ۱۵ دقیقه داخل سانتریفیوژ با دور ۶۰۰۰ دور در دقیقه قرار گرفت. سپس قسمت روشناور صاف شد و به‌عنوان عصاره جهت انجام آزمایشات بعدی استفاده شد (Wojdyło *et al.*, 2007). از استوک‌ها، غلظت‌های صفر (آب مقطر)، ۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰، ۸۰۰ و ۱۰۰۰ میکرولیتر بر لیتر تهیه و به پتری‌دیش‌های حاوی ۲۵ عدد بذر دارای کاغذ صافی واتمن شماره دو اضافه شدند. به‌منظور جوانه‌زنی بذرها، پتری‌دیش‌های حاوی تیمارهای مربوط به عصاره در شرایط مناسب

نوری و دمای ۲۵ درجه‌سانتی‌گراد قرار داده شدند. دو هفته پس از اعمال تیمارها درصد جوانه‌زنی طبق روش (Saadatian *et al.,* 2012)، سرعت جوانه زنی طبق روش Hartman و همکاران (Hartman *et al.,* 1990)، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه با استفاده از خط‌کش و شاخص آللوپاتیک طبق روش (Richardson *et al.,* 1994) اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری خصوصیات بیوشیمیایی

میزان ترکیبات فنولی کل با روش فولین سیوکالتیو اندازه‌گیری شد. برای سنجش فنول کل اسطوخودوس افراشته، سنا بومی، زامور و بادمجان وحشی ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره هر نمونه با ۲۰۰ میکرولیتر فولین ۵۰ درصد مخلوط و ۲۰۰۰ میکرولیتر آب مقطر به محلول فوق اضافه شد. پس از ۳ دقیقه از اضافه کردن آب مقطر، ۱۰۰۰ میکرولیتر کربنات‌سدیم ۲۰ درصد به محلول اضافه و بعد از کمی هم زدن نمونه‌ها، یک ساعت در شرایط اتاق و در تاریکی نگهداری شدند. سپس جذب نمونه‌ها با استفاده از اسپکتروفتومتر (Epoch Microplate Spectrophotometer, BioTek Instruments, Inc., USA) در طول‌موج ۷۶۵ نانومتر قرائت شد و میزان فنول بر حسب میلی‌گرم گالیک اسید در ۱۰۰ گرم وزن خشک (در بادمجان وحشی ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه) بیان شد (Wojdyło *et al.*, 2007).

مقدار کل ترکیبات فلاونوئیدی از طریق روش رنگ‌سنجی ارزیابی گردید. بدین ترتیب که ابتدا یک میلی‌لیتر از عصاره هر نمونه برداشته شده و سپس ۳۰۰ میکرولیتر نیتریت‌سدیم ۵ درصد به آن اضافه شد. بعد از گذشت ۵ دقیقه از اضافه کردن نیتریت‌سدیم، ۶۰۰ میکرولیتر کلرید آلومینیوم ۱۰ درصد اضافه و پس از گذشت ۶ دقیقه از اضافه کردن کلرید آلومینیوم، ۴ میلی‌لیتر سود ۱ نرمال اضافه شد. محلول فوق با استفاده از آب مقطر به حجم ۱۰ میلی‌لیتر رسانده شده و درنهایت میزان جذب نور با استفاده از روش اسپکتروفتومتر در طول‌موج ۵۱۰ نانومتر قرائت شد و داده‌ها به‌صورت میلی‌گرم کوئرستین در ۱۰۰ گرم وزن خشک (در بادمجان وحشی ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه) گزارش شد (Menichini *et al.*, 2009).

برای سنجش میزان فلاوون و فلاونول ابتدا یک میلی‌لیتر از عصاره تهیه‌شده با یک میلی‌لیتر کلریدآلومینیوم ۲ درصد مخلوط و سپس محلول فوق توسط متانول به حجم ۲/۵ میلی‌لیتر رسانده و چند ثانیه به‌شدت تکان داده شد. بعد از گذشت ۳۰ دقیقه میزان جذب با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول‌موج ۴۲۵ نانومتر قرائت شد. برای رسم منحنی استاندارد نیز از غلظت‌های مختلف کوئرستین استفاده شد و نتایج به‌صورت میلی‌گرم در صد گرم وزن خشک (در بادمجان وحشی ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه) بیان گردید (Popova *et al.*, 2004).

درصد مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد با استفاده از آزمون DPPH[1] انجام شد. فعالیت آنتی‌اکسیدانی به روش اسپکتروفتومتری بر پایه کاهش رادیکال‌های آزاد انجام می‌شود. ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره‌های مذکور با غلظت‌های متفاوت (۰ تا ۲۰۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) به ۵ میلی‌لیتر محلول DPPH (با غلظت ۰/۰۰۴ درصد) اضافه شد. در محلول شاهد (بلانک) به‌جای عصاره، ۱۰۰ میکرولیتر متانول اضافه شد. محلول‌ها به‌مدت ۱۰ ثانیه به‌شدت تکان داده شده و سپس به‌مدت ۳۰ دقیقه جهت واکنش در دمای اتاق و در محیط تاریک نگهداری شدند و سپس جذب نمونه‌ها با استفاده از روش اسپکتروفتومتر در طول‌موج ۵۱۷ نانومتر قرائت شد. درصد مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Oke *et al.*, 2009).

درصد مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد = ((عدد جذب شاهد – عدد جذب نمونه)/(عدد جذب شاهد)) × ۱۰۰

شناسایی و ارزیابی محتوای فنولیک‌اسیدها با استفاده از دستگاه HPLC

نمونه‌های گیاهی خشک‌شده با آسیاب پودر و سپس از الک عبور داده شد و به‌اندازه ۰/۲ گرم توزین و داخل میکروتیوب ریخته شد. در مرحله بعد به مقدار ۱۰ برابر نمونه (دو میلی‌لیتر)، حلال (۸۵ درصد متانول + ۱۵ درصد استیک‌اسید) اضافه شد. دمیدن گاز ازت به درون میکروتیوب‌ها جهت جلوگیری از اکسیده‌شدن ترکیبات فنولی صورت گرفت. میکروتیوب‌ها با پوشش فویل پوشانده شدند و درون فریزر به‌مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند. در مرحله بعد میکروتیوب‌های حاوی عصاره همراه با فویل درون حمام اولتراسونیک، به‌مدت ۱۵ دقیقه در دمای پایین و در تاریکی قرار گرفتند تا ترکیبات فنولی به‌صورت کامل از بافت گیاه جدا شود و وارد حلال شود. در این مرحله نمونه‌ها از اولتراسونیک خارج و پوشش فویل آن حذف شد و در دستگاه سانتریفیوژ یخچال‌دار با دمای صفر درجه سلسیوس به‌مدت ۲۰ دقیقه با سرعت ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه قرار گرفتند (جهت جدا کردن فاز مایع از جامد). فاز رویی برداشته و به درون میکروتیوب جدید انتقال داده شد و به آن اِن–هگزان (هم‌حجم فاز رویی) اضافه شد (Gholami *et al.,* 2018). نمونه‌ها به‌مدت ۱۰ تا ۱۵ ثانیه ورتکس شدند و مجدداً به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه در دمای صفر درجه سلسیوس سانتریفیوژ شدند (اِن–هگزان یک حلال غیر قطبی است که ترکیبات غیر قطبی مانند کلروفیل، پروتئین و چربی‌های موجود در نمونه که غیر قطبی هستند را در خود حل و از ترکیبات پلی‌فنولی جدا می‌کند). در این مرحله یک محلول دو فازه تشکیل شد که فاز رویی شامل ترکیبات مزاحم هگزانی و فاز زیری پلی‌فنول‌ها بودند. سپس با سرنگ، پلی‌فنول قسمت زیرین را کشیده و به نوک سرنگ صافی

1- 2,2-diphenylpicrylhydrazyl

سرسرنگی زده شد تا کاملاً ناخالصی‌های آن گرفته شـود (Justesen *et al.,* 1998). نمونه‌ها تا زمان انتقال به ظروف شیشه‌ای مخصوص دستگاه HPLC و تزریق به محفظـه دسـتگاه، در یخچـال نگهـداری شدند. برای جداسازی و اندازه‌گیری میـزان پلـی‌فنـول‌هـا از دسـتگاه HPLC به مدل Agilent HPLC 1200 series استفاده شد. جهـت شناسایی میزان فنولیک‌اسیدها در نمونـه‌هـا، مقـدار ۲۰ میکرولیتـر از عصاره هر نمونـه برداشـته شـد و بـه‌دسـتگاه تزریـق گردیـد. جهـت شناسایی و محاسبه درصد نسبی این ترکیبات، نمونه‌های استاندارد هر یک از فنولیک‌اسیدها در غلظت‌های مناسب (صفر تا ۱۰۰۰ پی‌پـی‌ام) ساخته و به دستگاه تزریق شد و غلظت فنولیک‌اسیدهـای موجـود در هر نمونه بر اساس منحنی استاندارد رسم شده محاسبه گردید.

این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل (فـاکتور اول غلظـت و فاکتور دوم گیاه) در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت جداگانـه بـر روی دو بذر سلمه‌تره و پنیرک انجام شـد. تجزیـه آمـاری داده‌هـا بـا استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ انجام گرفت. مقایسه میانگین‌هـا با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکـن در سـطح احتمـال ۵ درصـد انجام شد. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel 2013 استفاده شد.

نتایج و بحث

خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مناطق جمع‌آوری گیاهان مورد مطالعه اندازه‌گیری و در جدول ۲ گزارش گردید. آنالیز خاک نشان داد که مناطق رویش گیاهان بادمجان وحشی و سـنا بـومی دارای بافـت شنی لومی و گیاهان اسطوخودوس افراشته و زامور دارای بافت لـومی بودند. همچنین میزان EC خاک در منـاطق ۴ گانـه بـرای بادمجـان وحشی، اسطوخودوس افراشته، سنا بومی و زامور بـه ترتیـب برابـر بـا ۲/۹۷، ۱/۸۸، ۱/۸۸ و ۵/۱۷ دسی‌زیمنس بر متر بود که نشان می‌دهـد گیاه زامور تحمل بالاتری به میزان EC خاک دارد (جدول ۲).

نتایج این پژوهش نشان داد در بین گیاهان مورد مطالعه بالاترین میزان فنول کل (با میانگین ۳/۰۳ میلی‌گرم گالیک اسید در ۱۰۰ گرم وزن خشک) مربوط به گیاه زامور جمع‌آوری شده در کیلـومتر ۳ جـاده گله‌دار می‌باشد. همچنین پایین‌ترین میزان فنول کل در گیاه سنا بومی جمع‌آوری شده در منطقه کاکی بود. بین میزان فنول کل در بادمجـان وحشی و اسطوخودوس افراشـته اخـتلاف معنـی‌داری وجـود نداشـت (شکل ۱-A). گیاهان اسطوخودوس افراشته برداشت شـده از منطقـه گلوگاه دارای بالاترین میزان فلاونوئید کل (با میانگین ۶/۹۲ میلی‌گرم کوئرستین در ۱۰۰ گرم وزن خشک) می‌باشند. پـس از اسـطوخودوس افراشته، بالاترین میزان فلاونوئید کل در گیاه زامور برداشـت شـده از کیلومتر ۳ جاده گلـه‌دار حاصـل گردیـد. در ایـن پـژوهش کـم‌تـرین محتوای فلاونوئید کل مربوط به بادمجان وحشـی (بـا میـانگین ۱/۹۱ میلی‌گرم کوئرستین در ۱۰۰ میلی‌لیتـر آب میـوه) بـود (شـکل ۱-B). پـایین‌تـرین و بـالاترین میـزان فـلاوون و فلاونـول بـه‌ترتیـب بـا میانگین‌های ۰/۳۷ و ۲/۷۹ میلـی‌گـرم کوئرسـتین در ۱۰۰ گـرم وزن خشک مربوط به گیاهان سنا بومی و زامور بـود (شـکل ۱-C). نتـایج این پژوهش نشان داد میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در گیاهـان زامـور، اسطوخودوس افراشته و بادمجان وحشی به‌ترتیـب برابـر بـا ۷۷، ۵۷ و ۳۵ درصد است. گیاهان سنا بومی جمـع‌آوری شـده از منطقـه کـاکی دارای پایین‌ترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی بود (شکل ۱-D).

جدول ۱- خصوصیات اکولوژیکی مناطق مورد بررسی بادمجان وحشی، اسطوخودوس افراشته، سنا بومی و زامور در استان بوشهر

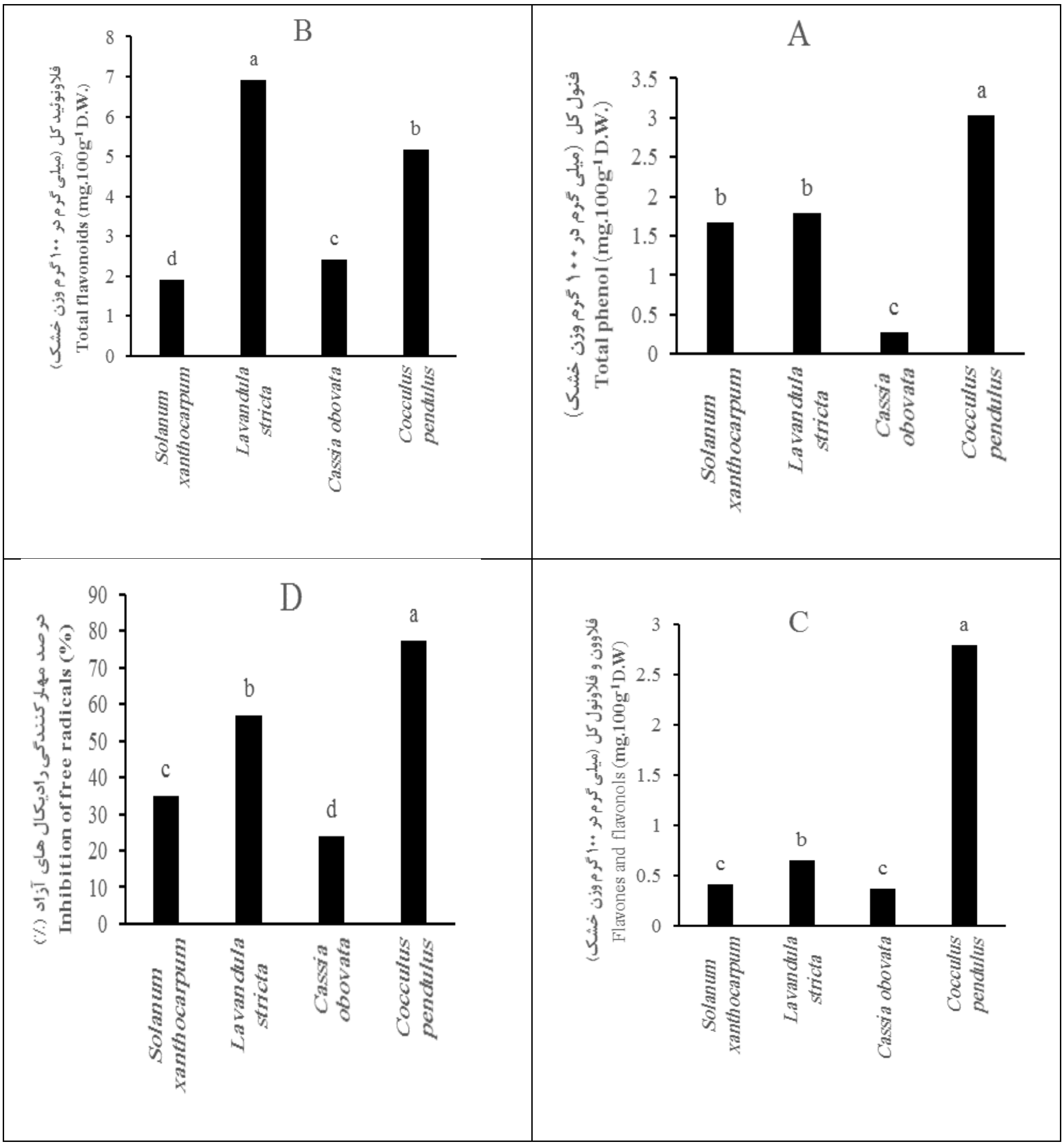
Table 1- Ecological characteristics of the studied areas for *Solanum xanthocarpum*, *Lavandula stricta*, *Cassia obovata* and *Cocculus pendulus* in Bushehr Province

ارتفاع از سطح دریا Elevation above sea level (m)	عرض جغرافیایی Latitude (UTM)	طول جغرافیایی Longitude (UTM)	منطقه جمع‌آوری Collection area	استان - شهرستان Province - City	گیاه Plant
8	3059758 N	634498 E	بندر سیراف Bandar Siraf	بوشهر-کنگان Bushehr-Kangan	بادمجان وحشی *Solanum xanthocarpum*
25	3056094 N	644728 E	گلوگاه - جاده گله‌دار Galogah - Galehdar road	بوشهر-کنگان Bushehr-Kangan	اسطوخودوس افراشته *Lavandula stricta*
45	3136498 N	552086 E	کاکی Kaki	بوشهر-دشتی Bushehr-Dashti	سنا بومی *Cassia obovata*
150	3058146 N	645555 E	کیلومتر ۳ جاده گله‌دار 3 km of Galehdar road	بوشهر-کنگان Bushehr-Kangan	زامور *Cocculus pendulus*

جدول ۲- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک رویشگاه‌های بادمجان وحشی، اسطوخودوس افراشته، سنا بومی و زامور در مناطق چهارگانه استان بوشهر

Table 2- Soil physicochemical properties of *Solanum xanthocarpum*, *Lavandula stricta*, *Cassia obovata* and *Cocculus pendulus* in the four regions of Bushehr Province

گیاه plant	عمق Depth (cm)	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	pH	ماده آلی OM (%)	نیتروژن N (%)	فسفر P ($mg.Kg^{-1}$)	پتاسیم K ($mg.Kg^{-1}$)	منگنز Mn ($mg.Kg^{-1}$)	روی Zn ($mg.Kg^{-1}$)	مس Cu ($mg.Kg^{-1}$)	آهن Fe ($mg.Kg^{-1}$)	رس Clay (%)	سیلت Silt (%)	شن Sand (%)	بافت خاک Soil texture
بادمجان وحشی *Solanum xanthocarpum*	0-30	2.97	7.54	1.7	0.043	11	67.2	7.55	14.06	0.93	4.06	9	26	65	شنی لومی Sandy Loam
اسطوخودوس افراشته *Lavandula stricta*	0-30	1.88	7.29	0.34	0.062	24	109.2	16.03	1.83	0.86	3.92	20	28	52	لومی Loam
سنا بومی *Cassia obovata*	0-30	1.88	7.9	Very low	1.198	2	26.4	3.83	3.67	0.36	4.77	14	6	80	شنی لومی Sandy Loam
زامور *Cocculus pendulus*	0-30	5.17	7.61	Very low	0.075	Very low	805.2	60.74	9.25	0.96	6.29	18	30	52	لومی Loam



شکل ۱- میزان فنول کل (A)، فلاوونوئید کل (B)، فلاوون و فلاونول کل (C) و درصد مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد (D) گیاهان بادمجان وحشی، اسطوخودوس‌افراشته، سنا بومی و زامور در مناطق مورد مطالعه استان بوشهر

Figure 1- Total phenol (A), total flavonoids (B), total flavones and flavonols (C) and inhibiation of free radical (D) of *Solanum xanthocarpum*, *Lavandula stricta*, *Cassia obovata* and *Cocculus pendulus* in the study areas of Bushehr Province

اسیدهای فنولی مورد ارزیابی در این آزمایش شامل سیناپیک اسید، گالیک اسید، کاتچین، کافئیک اسید، کلروژنیک اسید، کوئرستین، پی‌کوماریک اسید، کومارین، کارواکرول، وانیلین، ترانس فرولیک اسید، هسپریدین، الاژیک اسید، اوژنول، هسپریتین، رزمارینیک اسید و تیمول بود. نتایج این بررسی نشان داد گیاهان اسطوخودوس افراشته برداشت شده از منطقه گلوگاه، محتوی پی‌کوماریک‌اسید (با میانگین ۰/۵۶۵ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) و الاژیک اسید (با میانگین ۱/۲۸ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) می‌باشند (جدول ۳). نتایج این پژوهش نشان داد در بین اسیدهای فنولی مورد ارزیابی، اسیدهای فنولی کاتچین و پی‌کوماریک اسید هر کدام به‌ترتیب با میانگین‌های ۰/۲۶۲ و ۰/۱۶۳ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک در گیاهان زامور جمع‌آوری شده در کیلومتر ۳ جاده گله‌دار مشاهده می‌شود (جدول ۳). همچنین آنالیز عصاره متانولی گیاه *Cassia obovata* جمع‌آوری شده از منطقه کاکی نشان داد که این

گیاه به‌طور متوسط محتوی ۰/۹۱۵ میلی‌گرم الاژیک اسید به ازای یک گرم وزن خشک پیکره رویشی می‌باشد. سایر اسیدهای فنولی مورد ارزیابی در آزمایش، در عصاره این گیاه شناسایی نشدند (جدول ۳). نتایج این پژوهش نشان داد از بین اسیدهای فنولی مورد ارزیابی، کافئیک اسید، کلروژنیک اسید، پی‌کوماریک اسید، وانیلین و هسپریدین در آب میوه گیاه شناسایی شدند. در بین اسیدهای فنولی شناسایی شده، کلروژنیک اسید با میانگین ۴۵۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه، ترکیب غالب بود. کافئیک اسید، وانیلین، هسپریدین و پی‌کوماریک اسید به‌ترتیب با میانگین‌های ۱۱۱، ۲۰/۵۲، ۷/۶۴ و ۳/۸۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه، پروفایل ترکیبات فنولی آب میوه را تشکیل دادند (جدول ۳).

جدول ۳- غلظت ترکیبات شناسایی شده در بادمجان وحشی، اسطوخودوس‌افراشته، سنا بومی و زامور با استفاده از HPLC

Table 3- Concentrations of identified compounds in *Solanum xanthocarpum, Lavandula stricta, Cassia obovata* and *Cocculus pendulus* using HPLC

بادمجان وحشی *Solanum xanthocarpum*	اسطوخودوس افراشته *Lavandula stricta*	سنا بومی *Cassia obovata*	زامور *Cocculus pendulus*	نام ترکیب Composition name	شاخص بازداری Retention index (RI)	ردیف No.
mg.100cc juice fruit^{-1}	mg.100g^{-1} DW					
–	–	–	–	Sinapic acid	16.5	1
–	–	–	–	Gallic acid	3.3	2
–	–	–	0.262	Catechin	8.3	3
111	–	–	–	Caffeic acid	11.6	4
453	–	–	–	Chloregenic acid	10.5	5
–	–	–	–	Quercetin	21.6	6
3.85	0.565	–	0.163	p-Coumaric acid	15.6	7
–	–	–	–	Coumarin	17.4	8
–	–	–	–	Carvacrol	28.4	9
20.52	–	–	–	Vanilin	13.5	10
–	–	–	–	Trans-ferulic acid	16.3	11
7.64	–	–	–	Hesperedin	18.5	12
–	1.28	0.915	–	Ellagic acid	19.02	13
–	–	–	–	Eugenol	23.7	14
–	–	–	–	Hesperetin	22.4	15
–	–	–	–	Rosmarinic acid	19.2	16
–	–	–	–	Thymol	28.9	17

در این مطالعه، اثر غلظت‌های مختلف عصاره الکلی اسطوخودوس افراشته، سنا بومی، زامور و بادمجان وحشی بر خصوصیات جوانه‌زنی، شاخص آللوپاتی و برخی خصوصیات مورفولوژیکی علف هرز پنیرک و سلمه‌تره مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد، برهم‌کنش نوع عصاره گیاه و غلظت آن تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و شاخص آللوپاتی گیاه پنیرک دارد. با به کارگیری عصاره‌های الکلی گیاهان مورد مطالعه و افزایش غلظت از ۰ تا ۱۰۰۰ میکرولیتر در لیتر، میانگین درصد جوانه‌زنی پنیرک به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. بیشترین اثر بازدارندگی بر جوانه‌زنی بذور پنیرک مربوط به غلظت ۱۰۰۰ میکرولیتر در لیتر عصاره‌های زامور و بادمجان وحشی بود، به‌نحوی که به‌طور کامل جوانه‌زنی را متوقف کردند. در صورتی که عصاره‌های سنا بومی و اسطوخودوس افراشته در غلظت ۱۰۰۰ میکرولیتر در لیتر، جوانه‌زنی را متوقف نکردند؛ با این حال اختلاف معنی‌داری از نظر آماری بین کاربرد غلظت ۱۰۰۰ میکرولیتر در لیتر عصاره سنا بومی و عصاره‌های زامور و بادمجان وحشی وجود نداشت (شکل ۲-A).

در این پژوهش، به‌تدریج با افزایش غلظت‌های عصاره مورد استفاده، سرعت جوانه‌زنی بذور نیز به طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل ۲-B). عصاره‌های به کار رفته دارای اثرات معنی‌دار و قابل توجهی بر سرعت جوانه‌زنی بذور پنیرک بودند. غلظت ۱۰۰۰ میکرولیتر در لیتر عصاره‌های زامور و بادمجان وحشی، سرعت جوانه‌زنی بذور پنیرک را به صفر رساندند و بهترین اثر را نشان دادند؛ در صورتی که عصاره‌های سنا بومی و اسطوخودوس افراشته در غلظت ۱۰۰۰ میکرولیتر در لیتر، سرعت جوانه‌زنی بذور را به صفر نرساندند و اختلاف معنی‌داری را با عصاره‌های زامور و بادمجان

وحشی در این غلظت نشان دادند. در بین عصاره گیاهان مورد مطالعه، عصاره الکلی اسطوخودوس افراشته کمترین اثر را در کاهش سرعت جوانه‌زنی بذور پنیرک از خود نشان داد (شکل ۲-B).

با افزایش غلظت عصاره الکلی گیاهان مورد مطالعه، از رشد ریشه‌چه پنیرک به‌طور معنی‌داری کاسته شد. کمترین طول ریشه‌چه (صفر سانتی‌متر) مربوط به عصاره‌های زامور و بادمجان وحشی در غلظت ۱۰۰۰ میکرولیتر در لیتر بود. با این حال بیشترین طول ریشه‌چه با میانگین ۲/۶۴ سانتی‌متر پس از اعمال تیمار شاهد حاصل گردید (شکل ۲-C). طول ساقه‌چه پنیرک نیز به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر عصاره‌های به‌کار گرفته شده و غلظت‌های مختلف قرار گرفت، به‌طوری که با به کارگیری عصاره‌های زامور و بادمجان وحشی در غلظت ۱۰۰۰ میکرولیتر در لیتر، طول ساقه‌چه به صفر رسید. همچنین نتایج نشان داد اختلاف آماری معنی‌داری بین کاربرد غلظت ۱۰۰۰ میکرولیتر در لیتر عصاره الکلی سنا بومی و اسطوخودوس افراشته وجود دارد، به‌نحوی که گیاهچه‌های پنیرک پس از اعمال عصاره‌های الکلی اسطوخودوس افراشته، دارای ساقه‌چه بلندتری نسبت به عصاره الکلی سنا بومی بودند (شکل ۲-D).

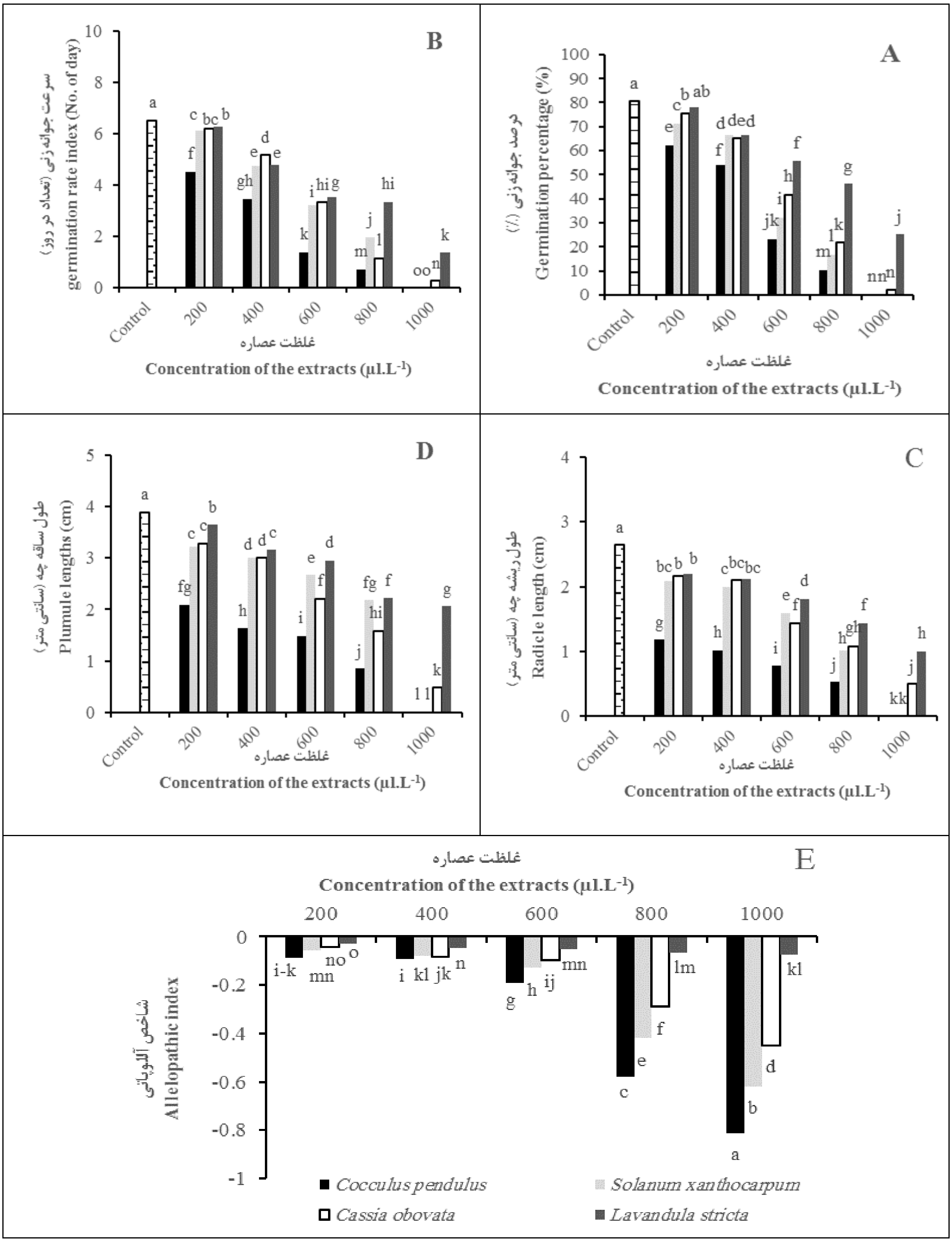
به طور کلی با افزایش غلظت عصاره از ۰ تا ۱۰۰۰ میکرولیتر در لیتر، شاخص آللوپاتی در مورد همه گیاهان منفی‌تر شد (شکل ۲-E). کمترین (منفی‌ترین) شاخص آللوپاتی در غلظت‌های ۱۰۰۰ میکرولیتر در لیتر عصاره زامور و پس از آن بادمجان وحشی مشاهده شد که بیشترین اثر بازدارندگی را بر رشد و جوانه‌زنی بذور پنیرک داشتند. شاخص آللوپاتی در غلظت ۱۰۰۰ میکرولیتر در لیتر عصاره‌های زامور و بادمجان وحشی به ترتیب برابر با ۰/۸۱- و ۰/۶۲- بود که اختلاف معنی‌داری از نظر آماری بین آن‌ها مشاهده گردید (شکل ۲-E). افزون بر این، نتایج نشان داد کمترین اثر بازدارندگی جوانه‌زنی و رشد بذور پنیرک (شاخص آللوپاتی ۰/۰۳۱-)، پس از کاربرد ۲۰۰ میکرولیتر در لیتر عصاره اسطوخودوس افراشته مشاهده گردید (شکل ۲-E).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد، برهم‌کنش نوع عصاره گیاه و غلظت آن تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و شاخص آللوپاتی گیاه سلمه‌تره دارد. با به‌کارگیری عصاره‌های الکلی گیاهان مورد مطالعه و افزایش غلظت از ۰ تا ۱۰۰۰ میکرولیتر در لیتر، میانگین درصد جوانه‌زنی بذور سلمه‌تره به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل ۳-A). بیشترین اثر بازدارندگی بر روی جوانه‌زنی بذور سلمه‌تره پس از کاربرد ۱۰۰۰ میکرولیتر در لیتر عصاره بادمجان وحشی حاصل گردید؛ به‌نحوی که پس از کاربرد آن، جوانه‌زنی به طور معنی‌داری (تا ۷/۷۵ درصد) کاهش یافت. در این مطالعه، بالاترین درصد جوانه‌زنی (۹۶/۶۳ درصد) مربوط به تیمار شاهد (عدم استفاده از عصاره‌ها) بود (شکل ۳-A).

یافته‌های این پژوهش نشان داد، به‌تدریج با افزایش غلظت‌های عصاره مورد استفاده، سرعت جوانه‌زنی بذور سلمه‌تره نیز به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد (شکل ۳-B). غلظت ۱۰۰۰ میکرولیتر در لیتر عصاره زامور، سرعت جوانه‌زنی بذور پنیرک را به‌طور معنی‌داری (۱/۰۹ بذر در روز) کاهش داد. در بین عصاره‌های مورد استفاده، زامور، بادمجان وحشی، سنا بومی و اسطوخودوس افراشته به‌ترتیب بالاترین اثر را در کاهش سرعت جوانه‌زنی بذور سلمه‌تره نشان دادند (شکل ۳-B). همچنین بذرهایی که تیمار نشده بودند (شاهد)، بالاترین میانگین سرعت جوانه‌زنی (۹/۵۹ بذر در روز) را نشان دادند (شکل ۳-B).

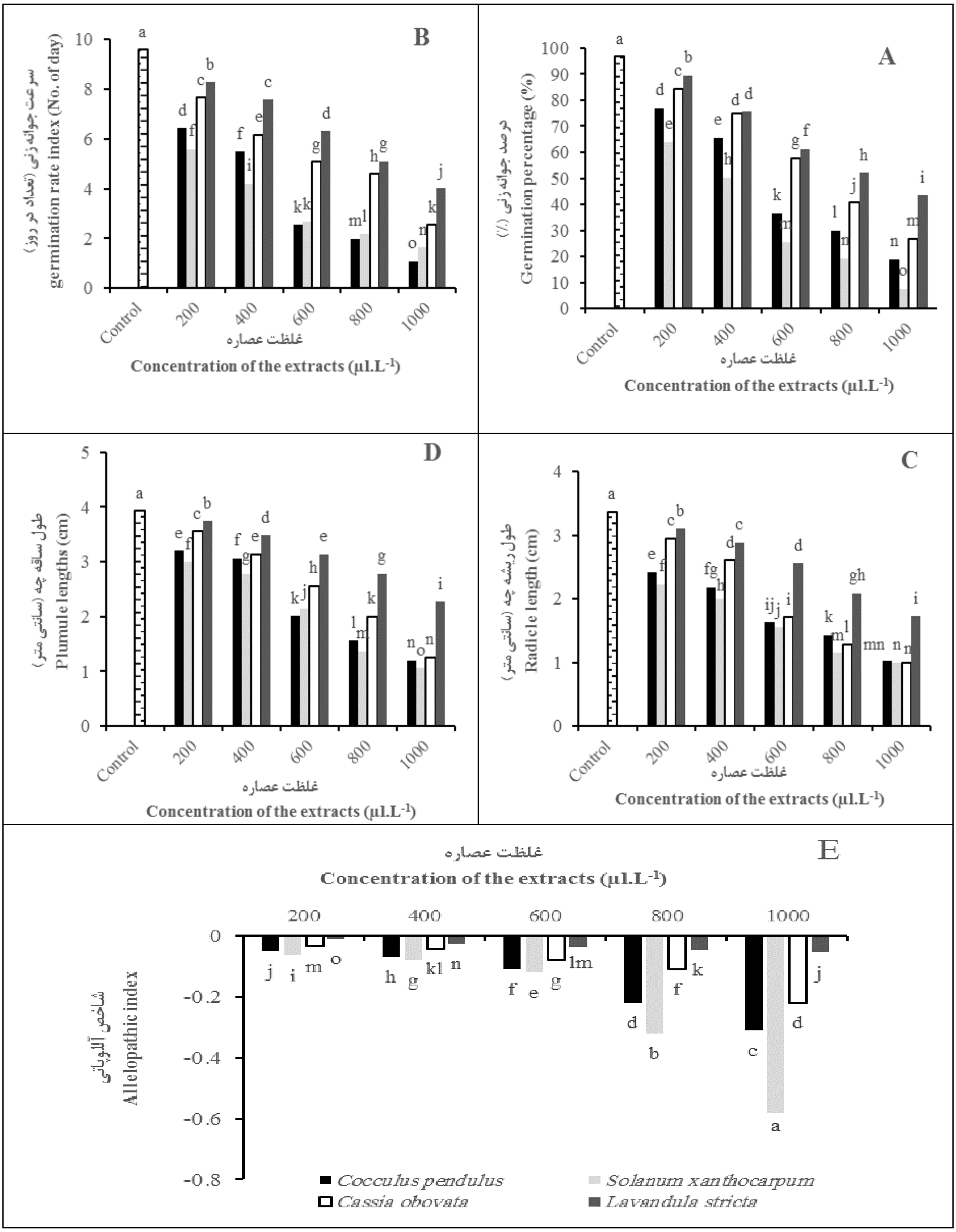
با افزایش غلظت عصاره الکلی گیاهان مورد مطالعه، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه سلمه‌تره به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. بیشترین طول ریشه‌چه با میانگین ۳/۷۳ سانتی‌متر پس از کاربرد تیمار شاهد به‌دست آمد و کمترین طول ریشه‌چه با میانگین‌های ۱، ۱ و ۱/۰۳ سانتی‌متر به‌ترتیب مربوط به کاربرد تیمارهای ۱۰۰۰ میکرولیتر در لیتر بادمجان وحشی، سنا بومی و زامور بود و اختلاف معنی‌داری از نظر آماری بین آن‌ها مشاهده نشد (شکل ۳-C). با به کارگیری غلظت ۱۰۰۰ میکرولیتر در لیتر عصاره بادمجان وحشی، طول ساقه‌چه به ۱/۰۶ سانتی‌متر رسید. همچنین نتایج نشان داد اختلاف آماری معنی‌داری بین کاربرد غلظت ۱۰۰۰ میکرولیتر در لیتر عصاره الکلی سنا بومی و زامور وجود ندارد. با این حال، عصاره الکلی اسطوخودوس افراشته کمترین اثر در کاهش طول ساقه‌چه سلمه‌تره داشت (شکل ۳-D).

با افزایش غلظت عصاره از ۰ تا ۱۰۰۰ میکرولیتر در لیتر روی بذور سلمه‌تره، شاخص آللوپاتی در مورد همه گیاهان کاهش می‌یابد. کمترین (منفی‌ترین) شاخص آللوپاتی در غلظت ۱۰۰۰ میکرولیتر در لیتر عصاره بادمجان وحشی مشاهده شد که بیشترین اثر بازدارندگی (شاخص آللوپاتی ۰/۵۸-) را بر رشد و جوانه‌زنی بذور سلمه‌تره داشت. همچنین نتایج نشان داد کمترین اثر بازدارندگی جوانه‌زنی و رشد بذور سلمه‌تره (شاخص آللوپاتی ۰/۰۱۰-)، پس از کاربرد ۲۰۰ میکرولیتر در لیتر عصاره اسطوخودوس افراشته مشاهده گردید (شکل ۳-E).



شکل ۲- اثر غلظت‌های مختلف عصاره الکلی زامور، سنا بومی، اسطوخودوس افراشته و بادمجان وحشی بر درصدجوانه‌زنی (A)، سرعت جوانه‌زنی (B)، طول ریشه‌چه (C)، طول ساقه‌چه (D) و شاخص آللوپاتی (E) پنیرک

Figure 2- The effect of different concentrations of alcoholic extract of *Cocculus pendulus*, *Lavandula stricta*, *Cassia obovata* and *Solanum xanthocarpum* on germination percentage (A), germination rate index (B), radicle length (C), plumule length (D) and allelopathic index (E) of *Malva sylvestris* (DMRT, $p \leq 0.05$)



شکل ۳- اثر غلظت‌های مختلف عصاره الکلی زامور، سنا بومی، اسطوخودوس افراشته و بادمجان وحشی بر درصدجوانه‌زنی (A)، سرعت جوانه‌زنی (B)، طول ریشه‌چه (C)، طول ساقه‌چه (D) و شاخص آللوپاتی (E) سلمه‌تره

Figure 3- The effect of different concentrations of alcoholic extract of *Cocculus pendulus*, *Lavandula stricta*, *Cassia obovata* and *Solanum xanthocarpum* on germination percentage (A), germination rate index (B), radicle length (C), plumule length (D) and allelopathic index (E) of *Chenopodium album* (DMRT, *p≤0.05*)

به‌دلیل اهمیت فعالیت آنتی‌اکسیدانی در درمان بیماری‌های مختلف، فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های حاصل از گیاهان سنا بومی، زامور، بادمجان وحشی و اسطوخودوس افراشته، مورد بررسی قرار گرفت. فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی عصاره‌های گیاهی، اساس کاربرد وسیع آن‌ها در داروسازی، پزشکی و درمان‌های طبیعی است (Abiy *et al.*, 2005). تنوع گسترده‌ای از مولکول‌های آنتی‌اکسیدانی مانند ترکیبات فنولی (اسیدهای فنولی، فلاونوئیدها، کوئینون‌ها و تانن‌ها)، توکوفرول‌ها، کارتنوئیدها و اسیدآسکوربیک در گیاهان حضور دارند. این آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی در بخش‌های مختلف گیاه مانند چوب، پوست، ساقه، میوه، برگ، ریشه، گل، دانه گرده و بذر توزیع شده‌اند (Chon *et al.*, 2005). نتایج این مطالعه نشان داد میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی به‌ترتیب در گیاهان زامور، اسطوخودوس افراشته و بادمجان وحشی به ترتیب برابر با ۷۷، ۵۷ و ۳۵ درصد است. گیاهان سنا بومی جمع‌آوری شده از منطقه کاکی دارای پایین‌ترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی بود. از این رو عصاره گیاه زامور می‌تواند به‌عنوان یک منبع آنتی‌اکسیدان طبیعی در صنایع مرتبط مورد استفاده قرار گیرد. در بین گیاهان مورد مطالعه بالاترین و پایین‌ترین میزان فنول کل به‌ترتیب مربوط به گیاه زامور و سنا بومی بود. با این حال بالاترین میزان فلاونوئید کل متعلق به گیاهان اسطوخودوس افراشته برداشت شده از منطقه گلوگاه بود. نتایج این پژوهش نشان داد از بین اسیدهای فنولی مورد ارزیابی، کافئیک اسید، کلروژنیک اسید، پی‌کوماریک اسید، وانیلین و هسپریدین در آب میوه بادمجان وحشی شناسایی شدند. در بین اسیدهای فنولی شناسایی شده، کلروژنیک اسید با میانگین ۴۵۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه، ترکیب غالب بود. نتایج این بررسی نشان داد گیاهان اسطوخودوس افراشته برداشت شده از منطقه گلوگاه، محتوی پی‌کوماریک اسید و الاژیک اسید می‌باشند. در بین اسیدهای فنولی مورد ارزیابی، اسیدهای فنولی کاتچین و پی‌کوماریک اسید هر کدام به‌ترتیب با میانگین‌های ۰/۲۶۲ و ۰/۱۶۳ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک در گیاهان زامور جمع‌آوری شده در کیلومتر ۳ جاده گله‌دار مشاهده شدند. همچنین آنالیز عصاره متانولی گیاه سنا بومی جمع‌آوری شده از منطقه کاکی نشان داد که این گیاه به طور متوسط محتوی ۰/۹۱۵ میلی‌گرم الاژیک اسید به ازای یک گرم وزن خشک پیکره رویشی می‌باشد. از این رو این گیاه می‌تواند منشأ مهمی جهت استخراج الاژیک اسید باشد.

تولید آللوکمیکال‌ها در گیاهان توسط فاکتورهای زنده و غیر زنده تعیین می‌گردد (Batish *et al.*, 2012). منابع تولید آللوکمیکال‌ها در محیط گیاه زراعی شامل میکروارگانیزم‌ها، علف‌های هرز معین، گیاهان قبلی یا کنونی است. میکروارگانیزم‌ها، علف‌های هرز یا گیاهان زراعی تحت تأثیر این ترکیبات قرار می‌گیرند (Macías *et al.*, 2004). بر اساس نتایج به‌دست آمده، عصاره گیاهان مورد مطالعه دارای اثرات آللوپاتی بوده و باعث کاهش درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه گردیده است. در واقع کلیه صفات ارزیابی شده تحت تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره‌های مورد استفاده قرار گرفت. در این بین، به نظر می‌رسد عصاره زامور و بادمجان وحشی دارای اثرات آللوپاتی به نسبت قوی‌تری نسبت به سنا بومی و اسطوخودوس افراشته باشد. ممانعت از تکثیر سلولی مریستم‌های ریشه به‌عنوان یکی از دلایل ممانعت از رشد فرض شده است (Kaur *et al.*, 2010). برخی از آللوکمیکال‌ها می‌توانند به‌طور غیرمستقیم باعث مرگ سلول‌های ریشه از طریق تسهیل تولید گونه‌های فعال اکسیژن شده که این‌ها نیز ممکن است در نقش مولکول‌های پیام‌رسان سبب تغییر در تعادل هورمونی در طی جوانه‌زنی بذر و رشد گیاه شوند (Golisz *et al.*, 2008). ممانعت از جوانه‌زنی بذور به اختلال در تنفس میتوکندریایی و فعالیت آنزیم‌های متابولیکی دخیل در گلیکولیز و مسیر پنتوز فسفات اکسیداتیو نسبت داده شده است (Omezzine *et al.*, 2011). نتایج مشابهی ازکاهش درصد جوانه‌زنی و شاخص‌های رشدی از عصاره مرزه روی بذور چاودار (Taban *et al.*, 2013) و عصاره اندام هوایی آنغوزه روی بارهنگ (Samaneh *et al.*, 2014) گزارش شده است.

نتایج این مطالعه نشان داد با افزایش غلظت عصاره‌های مصرفی، درصد و سرعت جوانه‌زنی بذور نیز به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. بیشترین اثر بازدارندگی روی جوانه‌زنی بذور پنیرک مربوط به غلظت ۱۰۰۰ میکرولیتر در لیتر عصاره‌های زامور و بادمجان وحشی بود، به‌نحوی که به‌طور کامل جوانه‌زنی را متوقف کردند. همچنین بیشترین اثر بازدارندگی روی جوانه‌زنی بذور سلمه‌تره پس از کاربرد ۱۰۰۰ میکرولیتر در لیتر عصاره بادمجان وحشی حاصل گردید؛ به‌نحوی که پس از کاربرد آن، جوانه‌زنی به‌طور معنی‌داری (تا ۷/۷۵ درصد) کاهش یافت. توقف در جوانه‌زنی ممکن است به تغییر فعالیت آنزیم‌هایی که بر انتقال ترکیبات ذخیره‌ای در طی جوانه‌زنی اثر می‌گذارد، نسبت داده شود. این امر می‌تواند منجر به کمبود مستمر انرژی متابولیک گردد (Yarnia *et al.*, 2011).

گزارش شده است که آللوکمیکال‌ها به‌طور احتمالی روی تحریک هورمون‌های جوانه‌زنی مانند جیبرلین یا فعالیت آنزیم‌های ویژه از جمله آمیلاز و پروتئاز که برای جوانه‌زنی بذر ضروری هستند اثر می‌گذارند، بنابراین کاهش درصد جوانه‌زنی در بذور تیمار شده با آللوکمیکال‌ها دور از انتظار نیست. همچنین گزارش شده است که بازدارندگی جوانه‌زنی بذر در اثر فعالیت آللوکمیکال‌ها از راه بازدارندگی هیدرولیز عناصر غذایی ذخیره شده و تقسیم سلولی انجام گردیده و موجب کاهش شدیدی در رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه خواهند شد (Nasr Isfahan and Shariati, 2007). رمضانی و همکاران (Ramezani

et al., 2008) در بررسی اثرات آللوپاتیک اسانس رزماری، اکالیپتوس، سرو لاوسن و سدر سفید بر جوانه‌زنی ۳ گونه علف هرز داتوره، خرفه و تاج خروس بیان کردند کـه وزن‌تـر و وزن خشـک در اثـر افـزایش غلظت مواد آللوپاتیک به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. کاربرد عصاره برگی آفتابگردان باعث کاهش درصد جوانه‌زنـی، سـرعت جوانـه‌زنـی، طول ریشه‌چه و ساقچه سـلمه‌تـره گردیـد (Anjum and Bajwa, 2007).

در این پژوهش، به‌طور کلی واکنش علف‌های هرز مـورد بررسـی به عصاره‌های گیاهـان مـورد اسـتفاده متفـاوت بـود؛ بـه نحـوی کـه حساسیت پنیرک نسبت به سلمه‌تره بیشتر بود. در پژوهشـی کـه اثـر آللوپاتی ارقام مختلف گندم در مراحل برداشت دو برگی و گیاه کامـل بر جوانه‌زنی و رشد گیاه‌چه چچم سـخت و جـو وحشـی بررسـی شـد میزان این تأثیر بین ارقام مختلف گندم و در مراحـل مختلـف رشـد و نمو آن‌ها یکسان نبود. این امر به‌تفاوت غلظت و نوع مواد آللوشیمیایی در مراحـل مختلـف رشـد در ارقـام مختلـف نسـبت داده مـی‌شـود (Kiarostami *et al*., 2007). همچنین در پژوهشی اثـر آللوپاتیـک اسانس میوه زنیان، زیره سبز و اندام هوایی رزماری و آویشن شـیرازی را در شرایط درون شیشه‌ای بر چندین علف هرز آزمایش کرده و بیان کردند که میزان حساسیت گونه‌های مختلف علف هرز با توجه به نوع گونه علف هرز و همچنین نوع گونه‌هایی کـه اسـانس از آن‌هـا تهیـه شده متفاوت بود. در این پژوهش اثر آللوپاتیک اسانس آویشن شیرازی از سایر اسـانس‌هـا بیشـتر بـود (Ramezani *et al*., 2008). نتـایج مشابهی از اثرات متفاوت اثر عصاره برگ آفتابگردان بر علف هرز تـاج خروس و سلمه‌تره (Orouji *et al*., 2008) گزارش شده است.

نتایج به‌دست آمده در پـژوهش حاضـر مشـخص کـرد، در همـه آزمایشات انجام شده شاخص آللوپاتی بـه‌طـور عمـده کـاهش یافـت (منفی‌تر شد) و با افزایش غلظت ترکیبات آللوپات شاخص آللوپاتی نیز به‌طور چشمگیری منفی‌تر شد که نشان‌دهنده اثر منفی بیشتر بر روی گیاهـان مـورد آزمـایش بـود. در پژوهشـی اثـر عصـاره ریـزوم گیـاه *Polygonatum odoratum* را بر رشد اولیـه گنـدم، خیـار و هـویج بررسی و گزارش شد که شاخص آللوپاتی بـا افـزایش میـزان غلظـت منفی‌تر شد. این مسئله نشان‌دهنـده تـوان ممانعـت کننـدگی بیشـتر عصاره در غلظت‌های بالا می‌باشد (Li *et al*., 2009).

نتیجه‌گیری

با توجه به اختلافات مشاهده شده در پـژوهش حاضـر در سـطوح مختلف غلظت‌ها در پارامترهای مورد بررسی، می‌توان نتیجـه گرفـت که حساسیت برخی گونه‌ها به افزایش غلظت آللوکمیکال‌ها بیشـتر از برخی دیگر بوده و کاهش رشد قابل توجهی بـا بیشـتر شـدن غلظـت عصاره، در آن‌ها مشـاهده گردیـده اسـت؛ بنـابراین واکـنش مختلـف گیاهان می‌تواند به‌دلیل تفاوت آن‌ها در تحمل آللوکمیکـال‌هـا باشـد. تفاوت عصاره‌ها در خواص علف‌کشی (هم از نظر نـوع و هـم از نظـر غلظت) به آن‌ها نوعی خواص انتخابی می‌دهد که می‌توان از آن‌هـا در راستای مدیریت علف‌های هرز یک محصول به خصوص استفاده کرد.

منابع

1. Abiy, Y., Derese, S., Midiwo, J.O., Bii, C.C., Heydenreich, M., & Peter, M.G. (2005). Antimicrobial flavonoids from the stem bark of *Erythrina burttii*. *Fitoterapia*, *76*(5), 469-472. https://doi.org/10.1016/j.fitote.2005.04.006
2. Achhireddy, N.R., & Singh, M. (1984). Allelopathic effects of lantana (*Lantana camara*) on milkweedvine (*Morrenia odorata*). *Weed Science*, *32*(6), 757-761. https://doi.org/10.1017/S0043174500059944
3. Anjum, T., & Bajwa R. (2007). The effect of sunflower leaf extracts on *Chenopodium album* in wheat fields in Pakistan. *Crop Protection*, *26*(9), 1390-1394. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2006.11.012
4. Batish, D.R., Singh, H.P., Kaur, M., Kohli, R.K., & Singh, S. (2012). Chemical characterization and phytotoxicity of volatile essential oil from leaves of *Anisomeles indica* (Lamiaceae). *Biochemical Systematics and Ecology*, *41*, 104-109. https://doi.org/10.1016/j.bse.2011.12.017
5. Chon, S.U., Jang, H.G., Kim, D.K., Kim, Y.M., Boo, H.O., & Kim, Y.J. (2005). Allelopathic potential in lettuce (*Lactuca sativa* L.) plants. *Scientia Horticulturae*, *106*(3), 309-317. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2005.04.005
6. Dayan, F.E., Cantrell, C.L., & Duke, S.O. (2009). Natural products in crop protection. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, *17*(12), 4022-4034. https://doi.org/10.1016/j.bmc.2009.01.046
7. Duke, S. O. (2003). Ecophysiological aspects of allelopathy. *Planta*, *217*(4), 529-539.
8. Gholami, H., Saharkhiz, M.J., Raouf Fard, F., Ghani, A., & Nadaf, F. (2018). Humic acid and vermicompost increased bioactive components, antioxidant activity and herb yield of Chicory (*Cichorium intybus* L.). *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, *14*, 286-292. https://doi.org/10.1016/j.bcab.2018.03.021
9. Golisz, A., Lata, B., Fujii, Y., & Gawronski, S.W. (2008). Allelopathic potential of phytochemicals in various cultivars of buckwheat. *Allelopathy Journal*, *22*(1), 35-45
10. Hartman, H., Kester, D., & Davis, F. (1990). *Plant propagation, principle and practices*. Prentice Hall Imitational Editions. Inc. New Jersey. USA.
11. Hejazi, A. (1999). *Allelopathy (self-poisoning and other poisoning: the interactions of organisms with each other)*.

University of Tehran Press, Tehran, Iran. (In Persian)
12. Jadhav, P. S., Malik, N. G., & Chavan, P. D. (1997). Allelopathic effects of *Ipomoea carnea* subsp. fistulosa on growth of wheat, rice, sorghum and kidney bean. *Allelopathy Journal*, *4*(2), 345-348.
13. Jamzad, Z. (2012). *Flora of Iran: Lamiaceae. Tehran: Research Institute of Forests and Rangelands*. Published Tehran, Tehran, Iran. (In Persian)
14. Justesen, U., Knuthsen, P., & Leth, T. (1998). Quantitative analysis of flavonols, flavones, and flavanones in fruits, vegetables and beverages by high-performance liquid chromatography with photo-diode array and mass spectrometric detection. *Journal of Chromatography A*, *799*(1-2), 101-110. https://doi.org/10.1016/S0021-9673(97)01061-3
15. Kashfi Bonab, A. R. (2009). Comparative economic advantage of cultivation and trade of medicinal plants in Iran and its value in world markets. *Commercial Surveys*, *44*, 67-78. (In Persian)
16. Kaur, S., Singh, H. P., Mittal, S., Batish, D. R., & Kohli, R. K. (2010). Phytotoxic effects of volatile oil from *Artemisia scoparia* against weeds and its possible use as a bioherbicide. *Industrial Crops and Products 32*(1), 54-61. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.03.007
17. Kazerooni Monfared, E., Tokasi, S., & Banayan Awal, M. (2013). Study of allelopathic effects of berseem clover (*Trifolium alexandrium*) shoot aqueous extract on germination and initial seedling growth of some weed species. *Iranian Plant Protection Research*, *27*(4), 509-512. (In Persian)
18. Kiarostami, Kh., Ilkhanizadeh, M., & Kazem negad, A. (2007). Study on allelopathic potential of wheat (*Triticum aestivum*) against *Hordeum spontaneum* and *Lolium rigidum*. *Iranian Journal of Biology*, *20*(2), 214-207. (In Persian with English abstract)
19. Kobayashi, K. (2004). Factors affecting phytotoxic activity of allelochemicals in soil. *Weed Biology and Management*, *4*(1), 1-7. https://doi.org/10.1111/j.1445-6664.2003.00112.x
20. Kordali, S., Cakir, A., Ozer, H., Cakmakci, R., Kesdek, M., & Mete, E. (2008). Antifungal, phytotoxic and insecticidal properties of essential oil isolated from Turkish *Origanum acutidens* and its three components, carvacrol, thymol and p-cymene. *Bioresource Technology*, *99*(18), 8788-8795. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.04.048
21. Li, X. M., Tian, S. L., Pang, Z. C., Shi, J. Y., Feng, Z. S., & Zhang, Y. M. (2009). Extraction of *Cuminum cyminum* essential oil by combination technology of organic solvent with low boiling point and steam distillation. *Food Chemistry*, *115*(3), 1114-1119. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.12.091
22. Macías, F. A., López, A., Varela, R. M., Torres, A., & Molinillo, J. M., (2004). Bioactive apocarotenoids annuionones F and G: structural revision of annuionones A, B and E. *Phytochemistry*, *65*(22), 3057-3063. https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2004.08.048
23. Martino, L. D., Mancini, E., Almeida, L. F. R. D., & Feo, V. D. (2010). The antigerminative activity of twenty-seven monoterpenes. *Molecules 15*(9), 6630-6637. https://doi.org/10.3390/molecules15096630
24. Menichini, F., Tundis, R., Bonesi, M., Loizzo, M. R., Conforti, F., Statti, G., Di Cindi, B., Houghton, P. J., & Menichini, F. (2009). The influence of fruit ripening on the phytochemical content and biological activity of *Capsicum chinense* Jacq. cv Habanero. *Food Chemistry*, *114*(2), 553-560. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.09.086
25. Najafi, N., Gholami, H., Ghaderifar, M., Sanei, M., (2013). Allelopathic effect of water extract of liquorice (*Glycyrrhiza glabra*) on germination and chlorophyll content of maize. *Journal of Novel Applied Sciences*, *2*(4), 1220-1223.
26. Nasr Isfahan, M., & Shariati, M. (2007). The effect of some allelochemicals on seed germination of *Coronilla varia* L. seeds. *American–Eurasian Journal Agricalture Environmental Science*, *2*(5), 534–538.
27. Nourimand, M., Mohsenzadeh, S., Teixeira da Silva, J. A., & Saharkhiz, M. J. (2011). Allelopathic potential of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology*, *5*(1), 54-57.
28. Oke, F., Aslim, B., Ozturk, S., & Altundag, S. (2009). Essential oil composition, antimicrobial and antioxidant activities of *Satureja cuneifolia* Ten. *Food Chemistry*, *112*(4), 874-879. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.06.061
29. Omezzine, F., Ladhari, A., Rinez, A., & Haouala, R. (2011). Potent herbicidal activity of *Inula crithmoïdes* L. *Scientia Horticulturae*, *130*(4), 853-861. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.08.013
30. Orouji, K., Khazaei, H. R., Rashed Mohasel, M. H., Ghorbani, R., & Azizi, M. (2008). Allelopathic effects of sunflower (*Helianthus annuus*) on germination and initial growth of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) and common lambsquarter (*Chenopodium Album*). *Iranian Plant Protection Research (Journal of Plant Protection)*, *22*(2), 119-128. (In Persian with English abstract)
31. Popova, M., Bankova, V., Butovska, D., Petkov, V., Nikolova-Damyanova, B., Sabatini, A. G., Marcazzan, G.L., & Bogdanov, S. (2004). Validated methods for the quantification of biologically active constituents of poplar-type propolis. *Phytochemical Analysis*, *15*(4), 235-240. https://doi.org/10.1002/pca.777
32. Raisi, A., Arbabi, M., & Rasoulizadeh, A. (2016). *Cocculus pendulus* (Forsk): An important medicinal plant of Baluchistan, Iran. P.121-128. In The First International and the Third National Conference of Engineering and

Agriculture Management, Environment and Stable Natural Resources, 29 February 2016, Hamedan, Iran. (In Persian with English abstract)

33. Ramezani, S., Saharkhiz, M. J., Ramezani, F., & Fotokian, M. H. (2008). Use of essential oils as bioherbicides. *Journal of Essential Oil Bearing Plants, 11*(3), 319-327. https://doi.org/10.1080/0972060X.2008.10643636
34. Richardson, D. M., Williams, P. A., & Hobbs, R. J. (1994). Pine invasions in the Southern Hemisphere: determinants of spread and invadability. *Journal Biogeogr, 21*, 511–527. https://doi.org/10.2307/2845655
35. Saadatian, B., Ahmadv, G., & Soleymani, F. (2012). Effect of seed priming on summer savory (*Satureja hortensis*) germination characteristics under drought and salinity stresses. *Seed Research (Journal of Seed Science and Technology), 2*(2), 35-44. (In Persian)
36. Samaneh, Z., Kourosh, E., & Morteza, A.S. (2014). Study on allelopathic potential of Asafoetida (*Ferula assa*) medical plant on germination and seedling growth of *Cardaria draba* and *Plantago major*. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 7*(10), 724-731.
37. Sartavi, K., & Gholamian, F. (2004). Medicinal plants of Bushehr province. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 20*(2), 213-227. (In Persian with English abstract)
38. Singh, O.M., & Singh, T.P. (2010). Phytochemistry of *Solanum xanthocarpum*: an amazing traditional healer. *Journal of Scientific & Industrial Research, 69*, 832-740.
39. Sodaeizadeh, H., Rafieiolhossaini, M., & Van Damme, P. (2010). Herbicidal activity of a medicinal plant, *Peganum harmala* L., and decomposition dynamics of its phytotoxins in the soil. *Industrial Crops and Products, 31*(2), 385-394. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2009.12.006
40. Soltanipour, M.A. (2005). Medicinal plants of the Geno protected area. *Pajouhesh and Sazandegi (In Natural Resources), 18*(3), 27-37.
41. Taban, A., Saharkhiz, M.J., & Hadian, J. (2013). Allelopathic potential of essential oils from four *Satureja* spp. *Biological Agriculture & Horticulture, 29*(4), 244-257. https://doi.org/10.1080/01448765.2013.830275
42. Vyvyan, J. R. (2002). Allelochemicals as leads for new herbicides and agrochemicals. *Tetrahedron, 58*, 1631-1636.
43. Wojdyło, A., Oszmiański, J., & Czemerys, R. (2007). Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. *Food Chemistry, 105*(3), 940-949. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.04.038
44. Yagi, S., El Tigani, S., Ali, M., Elkhidir, I., & Mohammed, A.M. (2013). Chemical constituents and insecticidal activity of *Senna italica* Mill. from the sudan. *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy, 9*, 146-151. https://doi.org/10.18052/www.scipress.com/ILCPA.14.146
45. Yarnia, M., Benam, M.K., Tabrizi, E.F.M., Nobari, N., & Ahmadzadeh, V. (2011). Effect of planting dates and density in drought stress condition on yield and yield components of *Amaranth* cv. Koniz. *Advances in Environmental Biology, 5*(6), 1139-1150.
46. Zirak, S., Enteramian, K., & Azimzadeh, M. (2014). Study on allelopathic potential of assa foetida (*Ferula assa*) medical plant on germination and seedling growth of *Cardaria draba* and *Plantago major*. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 7*, 724-731.